

**PENGARUH BENZIL ADENIN DAN THIDIAZURON TERHADAP
MULTIPLIKASI TUNAS PISANG MAS KIRANA (*Musa acuminata* L.) AA
GROUP SECARA *IN VITRO***

(Skripsi)

Miftahul Mukhoironi



**UNIVERSITAS LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

PENGARUH BENZIL ADENIN DAN THIDIAZURON TERHADAP MULTIPLIKASI TUNAS PISANG MAS KIRANA (*Musa acuminata* L.) AA GROUP SECARA *IN VITRO*

Oleh

Miftahul Mukhoironi

Salah satu masalah pada budidaya tanaman pisang adalah penyediaan bibit berkualitas dalam skala besar. Perbanyak konvensional dengan anakan atau bonggol tidak mampu memenuhi kebutuhan bibit dalam jumlah banyak. Teknik kultur jaringan merupakan salah satu alternatif pemenuhan bibit skala besar dan seragam dalam waktu relatif singkat. Benziladenin (BA) dan thidiazuron (TDZ) adalah zat pengatur tumbuh yang efektif untuk meningkatkan multiplikasi tunas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh BA dan kombinasinya dengan TDZ terhadap multiplikasi tunas pisang Mas Kirana. Eksplan berasal dari bonggol anakan pedang yang ditanam pada media prakondisi dengan kandungan garam-garam MS+2,5 mg/l BA selama 4 minggu. Setelah itu, eksplan dipindahkan ke dalam media perlakuan yang mengandung garam-garam MS dan BA pada konsentrasi 3, 6, 9 mg/l, dan masing-masing BA dikombinasikan dengan 0,5 mg/l TDZ, selama 10 minggu. Penelitian ini dilakukan dalam rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 ulangan, setiap satuan percobaan terdiri dari 4 botol, 1 eksplan per botol. Uji homogenitas data dilakukan uji Bartlett dan uji ragam, dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT) pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) aplikasi 3-9 mg/l BA dan kombinasinya dengan 0,5 mg/l TDZ pada kultur *in vitro* pisang Mas Kirana menyebabkan peningkatan jumlah tunas, dengan jumlah tunas terbanyak (6,39 tunas) diperoleh pada 3 mg/l BA+0,5 mg/l TDZ, (2) kombinasi 0,5 mg/l TDZ dengan 3 mg/l BA menghasilkan jumlah tunas yang lebih banyak dibandingkan pada perlakuan BA tunggal. Akan tetapi, kombinasi 0,5 mg/l TDZ dengan 6-9 mg/l BA menghasilkan jumlah tunas yang lebih rendah atau tetap dibandingkan pada BA tunggal.

Kata kunci: BA, *in vitro*, Mas Kirana, multiplikasi, TDZ, tunas

ABSTRACT

THE EFFECT OF BENZYLADENINE AND THIDIAZURON ON THE IN VITRO SHOOT MULTIPLICATION OF MAS KIRANA BANANA (*Musa acuminata* L.) AA GROUP

By

Miftahul Mukhoironi

One of the problem in banana cultivation is to produce high quality seeds in a large number. To conventionally propagate using suckers is not able to meet the need for large numbers of seedlings. A tissue culture technique is an alternative to produce a large number and uniform seedlings in a relatively short time. Benzyladenine (BA) and thidiazuron (TDZ) are known to be effective to increase shoot multiplication. This research aimed to determine the effect of BA and its combination with TDZ on shoot multiplication of Mas Kirana bananas in vitro. Explants derived from sucker sword were cultured on precondition media containing MS salts + 2.5 mg/l BA for 4 weeks. The explants were then transferred into treatment media containing MS and BA salts at concentrations of 3, 6, 9 mg/l, and each of the BAs combined with 0.5 mg/l TDZ, for 10 weeks. This research was carried out in a completely randomized design (CRD) with 3 replications, each experimental unit consisting of 4 bottles, 1 explant per bottle. The data homogeneity test was done by the Bartlet test and the variance test, followed by the least significant difference test (LSD) at the 5% level. The results showed that (1) application of 3-9 mg/l BA and its combination with 0.5 mg/l TDZ in in vitro culture of Mas Kirana bananas caused shoot formation, with the highest number of shoots (6.39 shoots) obtained at 3 mg /l BA+0.5 mg/l TDZ, (4) the combination of 0.5 mg/l TDZ with 3 mg/l BA produces a greater number of shoots than in BA only. However, the combination of 0.5 mg/l TDZ with 6-9 mg/l mg/l BA produced a lower or same number of shoots compared to BA alone.

Keywords: BA, *in vitro*, Mas Kirana, multiplication, shoots, TDZ

**PENGARUH BENZIL ADENIN DAN THIDIAZURON TERHADAP
MULTIPLIKASI TUNAS PISANG MAS KIRANA (*Musa acuminata* L.) AA
GROUP SECARA *IN VITRO***

Oleh

Miftahul Mukhoironi

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN

Pada

Jurusan Agronomi dan Hortikultura
Fakultas Pertanian, Universitas Lampung



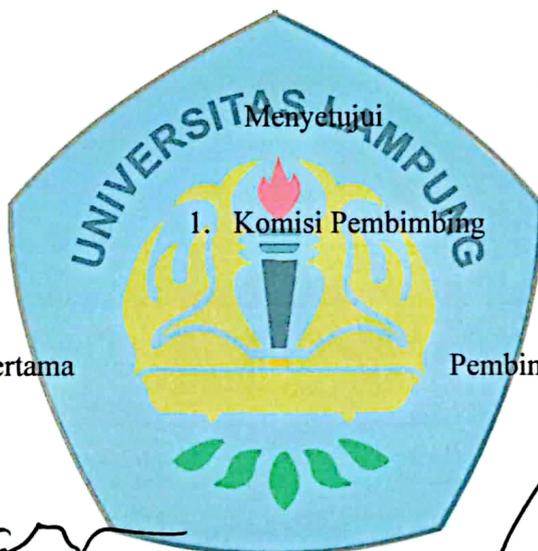
**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

Judul Skripsi : **PENGARUH BENZILADENIN DAN THIDIAZURON TERHADAP MULTIPLIKASI TUNAS PISANG MAS KIRANA (*Musa acuminata* L.) AA GROUP SECARA *IN VITRO***

Nama : **Miftahul Mukhoironi**

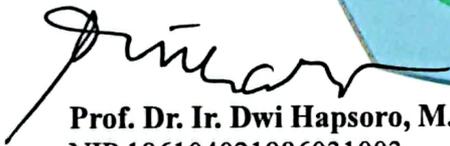
NPM : 2014161019

Program Studi : Agronomi



Pembimbing Pertama

Pembimbing Kedua


Prof. Dr. Ir. Dwi Hapsoro, M.Sc.
NIP 196104021986031003


Prof. Dr. Ir. Yusnita, M.Sc.
NIP 196108031986032002

2. Ketua Jurusan Agronomi dan Hortikultura



Ir. Maria Viva Rini, M.Agr, Sc., Ph.D.
NIP 196603041990122001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Prof. Dr. Ir. Dwi Hapsoro, M.Sc.



Sekretaris : Prof. Dr. Ir. Yusnita, M.Sc.



**Penguji
Bukan Pembimbing** : Akari Edy, S.P., M.Si.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.
NIP. 196411181989021002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 19 Agustus 2024

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“Pengaruh Benziladenin dan Thidiazuron Terhadap Multiplikasi Tunas Pisang Mas Kirana (*Musa acumiata* L.) AA Group secara *In Vitro*”** merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian hari skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 19 Agustus 2024



Miftahul Mukhoironi
NPM. 2014161019

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Pekon Jaga Raga, Kecamatan Sukau, Kabupaten Lampung Barat pada 24 Desember 2001. Penulis merupakan anak pertama dari Bapak Surono dan Ibu Fatimah. Penulis menempuh pendidikan sekolah dasar di SD N 1 Jaga Raga pada tahun 2008, kemudian dilanjutkan dengan sekolah menengah di SMP N 3 Sukau pada tahun 2014. Kemudian pada tahun 2017 penulis menempuh pendidikan di SMA N 1 Sukau. Penulis melanjutkan pendidikan tinggi di Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur seleksi bersama masuk perguruan tinggi negeri (SBMTPN) pada tahun 2020 sekaligus menjadi salah satu mahasiswa yang terdaftar sebagai penerima beasiswa Kartu Indonesia Pintar Kuliah (KIP-K) pada tahun yang sama.

Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Negra Ratu, Kecamatan Pakuan Ratu, Kabupaten Way Kanan pada tahun 2022. Selama menempuh pendidikan tinggi, penulis aktif dalam kegiatan Himpunan Mahasiswa Jurusan Agronomi dan Hortikultura (HIMAGRHO) sebagai kepala bidang Kaderisasi dan Organisasi tahun 2023. Penulis pernah menjadi staff ahli departemen Pengembangan Sumber Daya Manusia Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Pertanian (BEM FP) tahun 2022, dan Ikatan Keluarga Mahasiswa Lampung Barat (Ikam Lam-Bar) sebagai kepala departemen Sosial dan Budaya tahun 2023. Penulis juga berkesempatan menjadi sisten praktikum mata kuliah Pembiakan Vegetatif, dan Kultur Jaringan.

PERSEMBAHAN

Penulis mempersembahkan karya ini untuk
Mamak, Bapak, Adik-adik penulis, dan
Universitas Lampung

MOTTO

Baik, Ikhlas, dan Manfaat

Kekhawatiran tidak menghilangkan masalah di hari esok, namun selalu menghilangkan kedamaian dan rasa syukur hari ini.

Hidup ini hanya untuk menyaksikan kekuasaan Allah SWT. Sedangkan kesusahan dalam hidup hanya disebabkan oleh hawa nafsu.

(K.H. Ahmad Bahauddin Nursalim)

Memaksa diri agar bahagia adalah cara mengimani qadha dan qadar. Jangan sampai karena terlalu sering mengeluh menyebabkan kita tidak percaya takdir.

(K.H. Ahmad Bahauddin Nursalim)

SANWACANA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Benziladenin dan Thidiazuron Terhadap Multiplikasi Tunas Pisang Mas Kirana (*Musa acuminata* L.) AA Group secara *In Vitro*”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat utama untuk mencapai gelar sarjana di Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada pihak-pihak yang terlibat dalam pelaksanaan penelitian maupun dalam penyelesaian skripsi, yaitu kepada:

1. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Dwi Hapsoro, M.Sc., selaku dosen pembimbing utama penelitian yang telah memberikan ide, waktu, arahan, dan bimbingan dengan penuh kesabaran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Ibu Prof. Dr. Ir. Yusnita, M.Sc., selaku pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan, saran dan nasihat kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
4. Bapak Akari Edy, S.P., M.Si., selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik, saran, dan nasihat yang membangun kepada penulis sehingga penelitian hingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
5. Ir. Maria Viva Rini, M.Agr, Sc., Ph.D. selaku ketua jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
6. Bapak Dr. Hidayat Pujisiswanto, S.P., M.P. selaku pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis selama menempuh pendidikan tinggi.
7. Tim penelitian Pisang Mas Kirana, Tedy Prasetya dan Fiska Noviana yang telah memberikan bantuan baik secara moril ataupun materil, serta

telah menemani penulis dalam keadaan suka dan duka melaksanakan penelitian hingga penulisan skripsi ini selesai.

8. Keluarga besar Laboratorium Ilmu Tanaman, Fakultas Pertanian Ibu Hayane Adeline Warganegara, S.P., M.Si., Bang Wahyudi, Kalvina, Sakti, Indah, Sabrina, Anilen, Lilis, Retna, Tedy, Fiska, dan adik-adik magang 2024 yang telah memberikan semangat.
9. Keluarga HIMAKOLIS (Sakti, Tedy, Ferdi, Rian, Hafiz, dan keluarga Bapak Mujahid) yang telah menemani, dan menghibur penulis selama tinggal di kost.
10. Tim Santuy Auto A (Andika, Sakti, Tedy, Mita, Mba Desi dan Dela Puspita) yang telah menemani dan memberikan motivasi kepada penulis agar senantiasa menjadi manusia yang lebih baik.
11. Penulis menyampaikan terimakasih yang sedalam-dalamnya kepada keluarga penulis, Bapak Surono, Ibu Fatimah, dan adik-adik penulis (Nur Fani Trianugroho dan Imsiatul Mazidah) atas bantuan moril dan materil sepanjang kehidupan penulis.

Penulis mengucapkan terimakasih atas doa dan dukungan yang telah diberikan.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari sempurna.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Bandar Lampung, 19 Agustus 2024
Penulis,

Miftahul Mukhoironi

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	5
1.3 Kerangka Pemikiran	6
1.4 Hipotesis	8
II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Botani Pisang	9
2.2 Perbanyak Tanaman Pisang secara Konvensional	11
2.3 Perbanyak Tanaman Pisang secara Kultur Jaringan (<i>In Vitro</i>)	12
2.4 Pola Regenerasi Tanaman	14
2.5 Zat Pengatur Tumbuh (ZPT)	15
2.6 Benziladenin (BA)	16
2.7 Thidiazuron (TDZ)	17
III BAHAN DAN METODE	18
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	18
3.2 Bahan Tanaman	18
3.3 Persiapan Eksplan	19

3.4 Sterilisasi dan Penanaman Eksplan	19
3.5 Transfer Eksplan dan Subkultur	21
3.6 Sterilisasi Botol dan Alat	22
3.7 Media Kultur	22
3.8 Kondisi Ruang Kultur (Inkubasi)	24
3.9 Rancangan Percobaan dan Analisis Data	24
3.10 Pengamatan	25
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Hasil.....	26
4.1.1 Perkembangan Umum Kultur	26
4.1.2 Rekapitulasi Analisis Data	29
4.1.3 Rata-rata Jumlah Mata Tunas	29
4.1.4 Rata-rata Jumlah Tunas.....	30
4.1.5 Rata-rata Tinggi Tunas.....	33
4.1.6 Rata-rata Jumlah Propagul.....	36
4.2 Pembahasan	37
4.2.2 Perkembangan Umum Kultur	37
4.2.2 Rata-rata Jumlah Tunas.....	40
4.2.3 Rata-rata Tinggi Tunas.....	42
4.2.4 Rata-rata Jumlah Propagul.....	43
V KESIMPULAN DAN SARAN	45
5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA.....	46

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Presentase eksplan hidup pada media prakondisi yang berisi 2,5 mg/l BA.	27
2. Jumlah eksplan dalam penelitian	28
3. Rekapitulasi analisis ragam pengaruh konsentrasi BA dan TDZ pada pembentukan mata tunas, tunas, dan panjang tunas pada umur 10 minggu setelah perlakuan (MSP)	29
4. Formulasi media prakondisi, media perlakuan, dan media kontrol menggunakan media dasar MS (Murashige and Skoog, 1962).....	51
5. Rata-rata jumlah tunas per eksplan pisang Mas Kirana berumur 10 MSP ..	52
6. Hasil analisis ragam pada rata-rata jumlah tunas per eksplan pisang Mas Kirana berumur 10 MSP	52
7. Hasil pemisahan nilai tengah rata-rata jumlah tunas per eksplan pisang Mas Kirana umur 10 MSP	52
8. Rata-rata jumlah mata tunas per eksplan pisang Mas Kirana berumur 10 MSP	53
9. Hasil analisis ragam pada rata-rata jumlah mata tunas per eksplan pisang Mas Kirana berumur 10 MSP	53
10. Hasil pemisahan nilai tengah rata-rata jumlah mata tunas per eksplan pisang Mas Kirana umur 10 MSP	53
11. Rata-rata tinggi eksplan pisang Mas Kirana berumur 10 MSP	54
12. Hasil analisis ragam pada rata-rata tinggi tunas eksplan pisang Mas Kirana berumur 10 MSP	54
13. Hasil pemisahan nilai tengah rata-rata tinggi tunas eksplan pisang Mas Kirana umur 10 MSP	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Struktur kimia benziladenin	16
2. Struktur kimia thidiazuron	17
3. Anakan pedang pisang Mas Kirana.....	18
4. a) Pemotongan eksplan; b) Eksplan batang semu 6 cm dan bonggol 5 cm	19
5. Penanaman eksplan	21
6. a) Eksplan yang berumur 4 MST; b) Eksplan yang telah di subkultur	21
7. Perkembangan eksplan a.) eksplan steril 2 MST b.) tunas apikal 4 MST	26
8. a.) Pembesaran pada bonggol; b.) Tunas aksilar pada perlakuan 3 mg/l BA + 0,5 mg/l TDZ; c.) Tunas apikal	27
9. Perkembangan eksplan pada media MS+AC 2 g/l a.) kultur awal; b.) Proses hardening; c.) Hasil aklimatisasi.....	29
10. Pengaruh konsentrasi BA dan TDZ terhadap rata-rata jumlah mata tunas pisang Mas Kirana secara in vitro umur 10 MSP	30
11. Pengaruh konsentrasi BA dan TDZ terhadap rata-rata jumlah tunas pisang Mas Kirana secara in vitro umur 10 MSP.....	31
12. Kontrol a.); 3 mg/l BA b.); 6 mg/l BA c.); 9 mg/l BA d.); 3 mg/l BA + 0,5 mg/l TDZ e.); 6 mg/l BA + 0,5 mg/l TDZ f.); 9 mg/l BA + 0,5 mg/l TDZ g.)	32
13. Pengaruh konsentrasi BA dan TDZ terhadap rata-rata tinggi tunas pisang Mas Kirana secara in vitro umur 10 MSP.....	33

14. Kontrol a.); 3 mg/l BA b.); 6 mg/l BA c.); 9 mg/l BA d.); 3 mg/l BA + 0,5 mg/l TDZ e.); 6 mg/l BA + 0,5 mg/l TDZ f.); 9 mg/l BA + 0,5 mg/l TDZ g.)..	35
15. Pengaruh konsentrasi BA dan TDZ terhadap rata-rata jumlah propagul pisang Mas Kirana secara in vitro umur 10 MSP	36

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris, karena sebagian besar bergerak dalam sektor pertanian, termasuk sektor hortikultura. Hortikultura adalah sektor dalam bidang pertanian yang mencakup budidaya tanaman sayuran, buah-buahan, dan tanaman hias. Sektor ini memiliki peran penting karena memberikan kontribusi yang signifikan terhadap serapan tenaga kerja, PDB (produk domestik bruto) serta mendukung pertumbuhan perekonomian Indonesia. Pemerintah Indonesia terus mendorong pengembangan di bidang industri hortikultura melalui kebijakan-kebijakan seperti adanya program peningkatan produktivitas dan kualitas tanaman, kemudahan akses pasar, dan pengembangan inovasi dan teknologi untuk meningkatkan daya saing produk dari Indonesia di pasar dunia (Kalsum dkk., 2023).

Pisang (*Musa sp*) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang sangat populer bagi masyarakat Indonesia disemua kalangan karena memiliki rasa yang enak. Selain memiliki rasa yang enak, buah pisang merupakan salah satu jenis buah yang mudah untuk diperoleh. Pisang juga memiliki kandungan gizi dengan nilai yang cukup tinggi. Buah pisang merupakan salah satu sumber serat, antioksidan, vitamin C, B6, provitamin A, mineral (kalium, fosfor, magnesium, seng) yang baik serta senyawa bioaktif seperti senyawa fenolik dan pati. Kandungan mineral yang melimpah seperti kalium dinilai memiliki manfaat sebagai perlindungan terhadap pembuluh darah sehingga dapat mencegah terjadinya hipertensi. Kandungan antioksidan yang kuat dikenal sebagai

scavenger pada pisang dapat menetralkan radikal bebas serta masih banyak manfaat lain dari tanaman pisang (Isalillah dan Wisnujati, 2021). Berdasarkan data BPS tahun 2022 dalam skala rumah tangga, konsumsi pisang di Indonesia mencapai 2,42 juta ton. Jumlah tersebut meningkat sebanyak 32,14 ribu ton dibandingkan tahun sebelumnya. Jumlah tersebut diperkirakan akan terus meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk (Irfayanti dkk., 2023).

Tanaman pisang merupakan komoditas ekspor yang strategis untuk dikembangkan secara intensif. Bahkan beberapa negara berkembang seperti Uganda, Kenya, dan negara-negara di Afrika menjadikan usahatani pisang sebagai sumber pendapatan utama. Pisang adalah tanaman buah-buahan yang memiliki prospek pengembangan yang baik dengan nilai ekonomi yang tinggi, potensi pasar yang luas serta permintaan yang terus meningkat. Potensi tujuan ekspor buah pisang Indonesia yaitu Jepang, Timur Tengah, Malaysia, Kuwait, dan Singapura. Menurut Badan Pusat Statistik 2020 secara keseluruhan kontribusi ekspor buah-buahan Indonesia memperoleh nilai 95,98 juta US\$ dengan volume ekspor 110 ribu ton. Volume kontribusi ekspor produk pisang sebesar 11,62 % dengan nilai ekspor 11,15 US\$ (Aurelia dkk., 2022)

Menurut data BPS tahun 2022 akumulasi produksi tanaman pisang di Indonesia mencapai 9,24 juta ton, dalam kurun waktu lima tahun terakhir data tersebut terus mengalami peningkatan hingga 504 ribu ton dari total produksi tahun sebelumnya (Irfayanti dkk., 2023). Proyeksi data BPS tahun 2022 menunjukkan tiga provinsi dengan nilai produksi pisang terbesar yaitu Jawa Timur (2,63 juta ton), Jawa Barat (1,31 juta ton) dan Lampung (1,22 juta ton). Produksi pisang secara nasional sebesar 8,74 juta ton menjadikan Indonesia tercatat sebagai negara produksi pisang terbesar ketiga di dunia setelah India (33,06 juta ton) dan China (11,72 juta ton) (Statista, 2021).

Pisang Mas Kirana (*Musa acuminata* L.) merupakan salah satu buah tropis yang banyak digemari masyarakat. Pisang Mas Kirana umumnya dimanfaatkan dengan cara dikonsumsi secara langsung sebagai buah meja. Beberapa keunggulan

pisang Mas dibandingkan jenis pisang lain yaitu buah bulat berisi, lingir buah hampir tidak terlihat, kulit buah berwarna kuning bersih, daging buah berwarna kuning cerah dengan rasa yang manis legit. Selain itu, ukuran buah yang tidak terlalu besar sesuai untuk dikonsumsi setelah makan (Hutabarat dkk., 2022).

Pisang Mas Kirana tidak hanya populer di Indonesia, bahkan pisang jenis ini juga memiliki potensi untuk dikenal di pasar global. Kegiatan ekspor yang dilakukan ke berbagai negara di Asia Tenggara banyak memberikan keuntungan. Singapura merupakan negara yang mengimpor sebagian besar kebutuhan pangan yang berasal dari luar negeri. Hal tersebut menyebabkan permintaan pisang mas yang tinggi di negara tersebut. Di Provinsi Lampung PT. Great Giant Pineapple bekerja sama dengan petani di Kabupaten Tanggamus telah mengembangkan pisang Mas Kirana yang berkualitas, mulai dari pemilihan bibit sampai pada proses pascapanen yang tepat untuk memenuhi standar ekspor. PT. GGP membantu petani dalam memasarkan produk termasuk pasar ekspor pisang Mas Kirana ke Singapura. Saat ini, Koperasi Tani Hijau Makmur yang bermitra dengan PT. GGP memiliki 139 desa binaan dengan total 778 petani. Kapasitas produksi mencapai 2.400 ton/tahun memiliki luas lahan 122 ha (Kalsum, Subandi, dan Wiratma, 2023).

Umumnya petani di Indonesia membudidayakan tanaman pisang dengan bibit yang berupa anakan dan bonggol atau yang dikenal dengan bibit konvensional. Jenis bibit konvensional yaitu bibit yang berasal dari anakan (*sucker*) dan belahan bonggol (*bit*). Namun jumlah anakan yang didapatkan dari tiap rumpun tanaman pisang hanya 10-12 anakan per rumpun per tahun. Sedangkan kebanyakan menggunakan bibit yang berasal dari belahan bonggol dari satu rumpun tanaman mendapatkan lima bonggol berdiameter minimal 15 cm dapat menghasilkan 10-15 bibit. Jika dilihat dari segi kualitas tanaman, bibit pisang yang berasal dari anakan atau belahan bonggol berpotensi membawa inokulum patogen penyebab berbagai penyakit tanaman seperti cendawan *Fusarium oxysporum f. sp. cubense* atau bakteri penyebab layu *Ralstonia solanacearum*. Kelemahan lain bibit konvensional adalah tidak seragam, lebih sulit, dan membutuhkan waktu yang

relatif lebih lama untuk mendapatkan jumlah bibit yang sangat banyak. Salah satu relatif penyediaan bibit pisang yang baik dalam waktu yang relatif cepat adalah dengan menggunakan teknik perbanyak tanaman pisang secara *in vitro* atau kultur jaringan (Yusnita, 2015).

Kultur jaringan merupakan salah satu teknologi pertanian untuk menghasilkan bibit tanaman. Kultur jaringan adalah teknologi untuk mengkulturkan sepotong bagian tanaman yang berukuran kecil pada tabung transparan (*in vitro*) dalam kondisi yang bebas dari mikroorganisme (*aseptik*). Teknik kultur jaringan dapat digunakan untuk perbanyak tanaman secara klonal, sehingga bibit yang dihasilkan secara genetik sama dengan tanaman induknya (*true-to-type*). Satu mata tunas tanaman pisang yang diperbanyak menggunakan teknik ini, dimungkinkan akan dihasilkan 500-800 bibit tanaman dalam waktu yang hanya kurang dari satu tahun. Di samping itu, bibit yang dihasilkan melalui perbanyak dengan kultur jaringan lebih seragam, sehat, dan bebas dari inokulum cendawan maupun bakteri patogen karena proses produksi yang bebas dari mikroorganisme. Untuk menghasilkan tanaman bebas virus dari induk yang terinfeksi virus, maka metode kultur jaringan harus menggunakan kultur meristem dengan eksplan meristem pucuk dengan satu pasang primordial daun berukuran 0,2 mm (Yusnita, 2015).

Penggunaan media dasar MS (Murashige dan Skoog, 1962) dalam kultur jaringan memiliki pengaruh yang baik. Media MS mengandung unsur hara makro dan mikro yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan eksplan tanaman. Dalam pertumbuhan jaringan, sitokinin bersama dengan auksin berpengaruh terhadap diferensiasi jaringan. Apriani dkk. (2016) melakukan penambahan benziladenin (BA) 2 mg/l pada media MS mampu menginduksi pembentukan tunas pada pisang Kusto. Rata-rata waktu tercepat kemunculan tunas terjadi pada perlakuan 6 mg/l BA sedangkan kemunculan tunas terbanyak didapatkan pada perlakuan 7 mg/l BA. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Royani dan Adawiah (2017), pada tanaman pisang Lumut kemunculan tunas yang paling cepat terdapat pada perlakuan penambahan 1 mg/l Gandrasil + 6 mg/l BA

pada 7 hari setelah tanam. Menurut Yusnita (2015), peningkatan konsentrasi BA dari 2,5 mg/l menjadi 5 mg/l mampu meningkatkan jumlah propagul pada pisang Ambon Kuning secara signifikan.

Kemampuan eksplan untuk menumbuhkan tunas dipengaruhi oleh genotipe tanaman, namun dalam peningkatan multiplikasi tunas juga akan dipengaruhi oleh konsentrasi sitokinin yang diberikan. Perlakuan dengan penambahan beberapa konsentrasi TDZ dapat memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah tunas pisang. Menurut Sari dkk. (2015) penambahan TDZ 0,04 mg/l mampu untuk mendorong pertumbuhan tunas pada eksplan lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan tanpa TDZ. Menurut Yusnita dan Hapsoro (2013), pada kultur jaringan pisang Tanduk (AAB) penggunaan 0,01 mg/l TDZ + 2 mg/l BA dalam media MS mampu menghasilkan 43,3 propagul per eksplan.

Berdasarkan identifikasi dan pembatasan masalah, penelitian ini dilaksanakan untuk menjawab masalah yang telah dirumuskan dalam pernyataan-pernyataan berikut:

1. Bagaimana respon multiplikasi tunas pisang Mas Kirana terhadap pemberian BA dan kombinasi BA + TDZ?
2. Bagaimana respon multiplikasi tunas pisang Mas Kirana terhadap peningkatan konsentrasi BA dan BA + TDZ?

1.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan identifikasi dan perumusan masalah, tujuan penelitian dirumuskan sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh BA dan kombinasi BA + TDZ pada perbanyakan tunas pisang Mas Kirana secara *in vitro*
2. Mengetahui pengaruh peningkatan konsentrasi BA dan BA + TDZ pada perbanyakan tunas pisang Mas Kirana.

1.3 Kerangka Pemikiran

Salah satu kendala dalam budidaya tanaman pisang dengan skala besar adalah penyediaan bibit yang bermutu dalam jumlah banyak dan seragam. Perbanyakan tanaman pisang menggunakan bibit yang berasal dari anakan (*sucker*) dan belahan bonggol (*bit*) atau yang dikenal dengan bibit konvensional. Namun jumlah bibit yang dihasilkan dari perbanyakan secara konvensional tidak mampu untuk memenuhi kebutuhan bibit banyak dan berpotensi membawa inokulum patogen, misalnya penyebab layu pada tanaman. Selain itu, dengan cara konvensional bibit pisang yang dihasilkan tidak seragam dan sulit untuk mendapatkan bibit yang sehat dalam jumlah yang besar. Salah satu alternatif untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan teknik kultur jaringan.

Kultur jaringan merupakan sebuah metode perbanyakan yang tepat untuk memenuhi kebutuhan bibit pisang dalam jumlah banyak untuk memenuhi usaha budidaya dalam skala besar. Teknik kultur jaringan adalah teknik menumbuhkembangkan tanaman dalam *in vitro* yang dilakukan secara aseptik, suplai hara lengkap, dan kondisi lingkungan yang terkendali. Perbanyakan tanaman teknik kultur jaringan dapat menghasilkan klon yang sama dengan induknya (*true-to-type*). Selain itu, tanaman yang dihasilkan merupakan tanaman yang sehat karena bebas dari hama dan inokulum penyakit. Perbanyakan tanaman menggunakan teknik kultur jaringan mampu menghasilkan bibit unggul dalam jumlah yang banyak dan seragam dalam waktu yang relatif singkat.

Perbanyakan tanaman pisang dengan teknik kultur jaringan umumnya dilakukan dengan melalui regenerasi percabangan tunas aksilar (*axillary branching*). Eksplan yang digunakan berasal dari bonggol anakan pedang. Eksplan yang diperoleh selanjutnya disterilisasi dan diisolasi pada media prakondisi selama 4 minggu yang bertujuan untuk menginisiasi pertumbuhan eksplan. Setelah eksplan berumur 4 minggu, eksplan yang tumbuh kemudian di subkultur ke media perlakuan.

Media kultur merupakan salah satu faktor yang berperan penting dalam keberhasilan pada teknik kultur jaringan. Secara umum, media yang digunakan terdiri dari media dasar dengan penambahan ZPT. Media dasar yang banyak digunakan adalah media MS (Murashige dan Skoog, 1962). Zat pengatur tumbuh (ZPT) merupakan salah satu faktor kimia yang digunakan untuk menentukan arah pertumbuhan dan perkembangan eksplan. Dalam kultur jaringan tanaman pisang, ZPT yang banyak digunakan untuk merangsang pertumbuhan tunas aksilar adalah sitokinin. Benzyladenin (BA) dan thidiazuron (TDZ) merupakan ZPT jenis sitokinin yang banyak digunakan sebagai pemacu perbanyakan tunas aksilar pada berbagai jenis pisang.

Menurut Hapsari dan Astutik (2009), pemberian konsentrasi 4,0 mg/l BA di dalam media MS sangat berpengaruh terhadap waktu tumbuh tunas yaitu 7 HST. Penambahan 4,0 mg/l BA juga mampu menghasilkan tunas terbanyak yaitu 3,65 pada 12 MST. Menurut Yusnita (2015), jumlah propagul yang terbentuk per eksplan jauh lebih banyak pada pisang Ambon Kuning (AAA) dibanding dengan pisang Raja Bulu (AAB). Kedua kultivar tersebut pada 5 mg/l BA dihasilkan jumlah propagul lebih besar dibandingkan pada 2,5 mg/l BA. Apriani dkk. (2016) penambahan 2 mg/l BA pada media MS mampu menginduksi pembentukan tunas pada pisang Kusto. Rata-rata waktu tercepat kemunculan tunas terjadi pada perlakuan 6 mg/l BA sedangkan kemunculan tunas terbanyak didapatkan pada perlakuan 7 mg/l BA.

Pemberian 0,5 mg/l TDZ pada media dasar MS mampu menghasilkan 4 propagul per eksplan pada kultur pisang Ambon (Bangsawan, 2016). Hasil tersebut serupa dengan hasil penelitian Ikhsandi (2017), yang menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi 0,5 mg/l TDZ menjadi 1 mg/l TDZ dalam media dasar MS mampu meningkatkan rata-rata jumlah tunas dan propagul pisang Ambon Kuning selama 4 MSP (minggu setelah perlakuan). Hasilnya 2,13 tunas per eksplan menjadi 3,0 tunas; 1,33 mata tunas per eksplan menjadi 2,9; dan 3,47 propagul per eksplan menjadi 5,19. Menurut Imelda dkk, (2018), tunas terbanyak pada kultur tanaman pisang Kepok diperoleh pada media dengan penambahan 2 mg/l BAP+0,5 mg/l

TDZ+20 mg/l adenin sulfat yaitu 35,44 tunas pada umur 8 MST. Pemberian 0,5 mg/l TDZ juga mampu meningkatkan jumlah tunas.

1.4 Hipotesis

Dari kerangka pemikiran yang telah dikemukakan, dapat disimpulkan hipotesis sebagai berikut:

1. Media dasar MS dengan penambahan BA dan BA + TDZ dapat menyebabkan multiplikasi tunas pisang Mas Kirana secara *in vitro*.
2. Peningkatan konsentrasi BA dan BA + TDZ pada media MS menyebabkan peningkatan jumlah tunas pisang Mas Kirana secara *in vitro*.

II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Botani Pisang

Kaleka (2013), menjelaskan secara taksonomi tanaman pisang diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Sub Divisi	: Angiospermeae
Kelas	: Monocotyledonae
Family	: Musaceae
Genus	: Musa
Spesies	: <i>Musa acuminata</i> L.

Pada vegetasi hutan di kawasan Asia Tenggara dan Pasifik Barat yang merupakan asal tanaman pisang ditemui berbagai jenis pisang liar berbiji yang diploid. Selama bertahun-tahun di daerah asalnya tersebut, tanaman pisang dipercaya mengalami hibridisasi secara alami (Yusnita, 2015). Tanaman pisang *Musa acuminata* diploid (AA) terdiri dari banyak spesies, baik dari jenis pisang liar maupun tanaman pisang budidaya. Tanaman pisang dari kultivar diploid AA diperkirakan muncul pertama kali melalui perkembangan sifat *phartenocarpy* serta sterililitas kemudian selama perjalanan evolusinya selama ratusan tahun melalui proses domestikasi dan seleksi oleh manusia. Pada saat ini, pisang dengan kultivar diploid AA banyak dibudidayakan dan dimanfaatkan sebagai buah meja karena memiliki aroma menyenangkan, rasa yang manis, dan berkulit tipis berwarna kuning keemasan. Beberapa kultivas tanaman pisang komersial yang tergolong dalam grup diploid AA yaitu Pisang Mas (Indonesia dan Malaysia),

Lady's finger (Hawaii), Inarnibal (Filipina), Kluai Khai (Thailand), Surya Kadali (India Selatan), Sucier, Honey, Figue sucree, de Rosa (India Barat) (Hapsari dan Masrum, 2011).

Pisang merupakan jenis tanaman tingkat tinggi yang tersusun atas banyak sel (organisme multisel). Secara umum, tanaman pisang terdiri atas sistem tajuk dan sistem akar. Sistem tajuk adalah organ atau bagian tanaman yang berada di atas permukaan tanah yang berhubungan langsung dengan atmosfer, sedangkan sistem akar adalah bagian tanaman yang berada di dalam tanah. Berbeda dari tanaman pada umumnya, batang pisang yang sebenarnya terletak di bawah permukaan tanah. Dalam botani, batang pisang biasa disebut dengan rhizom, atau dalam istilah keseharian disebut dengan bonggol. Struktur daun pisang menjulang ke atas berupa pelepah-pelepah daun yang bertumpu, berselang-seling membentuk lingkaran silinder panjang, bagian ini umumnya disebut dengan batang tetapi karena sejatinya bagian itu bukan batang maka disebut dengan batang semu (*pseudostem*). Pada tiap ujung batang semu terdapat tangkai daun beserta daunnya (Yusnita, 2015).

Daun pisang terbentuk dari jaringan meristem yang berada pada bonggol (*rizhome*). Daun pisang tersusun dari pelepah daun (*upih*), tangkai daun (*petiole*), dan lembaran daun (*lamina*). Daun muncul dari bagian meristem (tengah *pseudostem*) daun yang baru muncul memiliki ukuran yang lebih besar dari yang sebelumnya kecuali daun ke-7 – 11 sebelum tanaman berbunga. Pada awalnya lamina berbentuk gulungan, lalu terdorong ke atas karena adanya pembentukan jaringan pelepah daun dari bagian bawah. Kemudian gulungan tersebut membuka menjadi lembaran daun yang efektif untuk menangkap cahaya matahari. Daun terluar adalah daun yang paling tua, lamina daun paling besar adalah daun yang muncul terakhir sebelum berbunga. Pembentukan daun tidak terjadi secara terus menerus, tetapi akan berhenti ketika primordia bunga mulai terbentuk (Yusnita, 2015).

Bunga tanaman pisang berada dalam bentuk rangkaian bunga (*inflorescence*). Bunga tersusun dari suatu organ berupa poros yang berbuku dan beruas. Poros (*peduncle*) menompang bunga-bunga yang terletak pada buku (*nodes*). Pada setiap buku, bunga pisang tersusun dalam dua baris tampak menumpuk yang memiliki bentuk mirip seperti jari manusia. Setiap baris terdiri dari 12-20 bunga tergantung genotipenya (Yusnita, 2015).

2.2 Perbanyak Tanaman Pisang secara Konvensional

Salah satu teknik perbanyak tanaman pisang yang mudah dan murah yaitu dengan menggunakan metode perbanyak konvensional. Salah satu bahan perbanyak konvensional adalah menggunakan belahan bonggol (*bit*) dengan mematikan titik tumbuh atau jaringan meristem tanaman pisang. Tanaman yang dipilih sebagai pohon induk yaitu berupa rumpun dewasa yang sehat, bebas dari hama dan penyakit, sudah pernah berbuah serta menghasilkan anakan. Bit merupakan bibit yang berasal dari mata tunas-mata tunas dari tunggul tanaman pisang yang telah ditebang. Selanjutnya bonggol diambil dari tanah secara hati-hati agar tidak merusak mata tunas, kemudian bonggol dibersihkan dari tanah dan akarnya. Bonggol kemudian direndam larutan insektisida Zephyr 80 WP, Dithane, atau Sidamethrin 50 EC selama 15 menit selanjutnya dikeringkan. Bonggol dibelah sesuai dengan mata tunas dan disemai di dalam polybag atau di tempat persemaian menggunakan media tanah, pasir, dan pupuk kandang. Tempatkan bibit ditempat teduh sampai umur 1 bulan, kemudian pindahkan secara bertahap ke lahan terbuka sampai umur 3-4 bulan bibit siap ditanam di lapang (Sirappa, 2021).

Teknik perbanyak tanaman pisang secara konvensional dapat dilakukan dengan pembelahan bonggol (*corm*). Teknik perbanyak dengan pembelahan bonggol pisang lebih praktis dan mudah untuk diterapkan di kalangan petani khususnya di daerah pedesaan. Sehingga petani mampu memproduksi bibit pisang secara mandiri. Pusat Kajian Buah Tropis merupakan lembaga yang sudah menerapkan perbanyak dengan teknik pembelahan bonggol. Tunas yang dihasilkan setiap bonggol berjumlah 15 tunas dan pada saat berumur 3 bulan, bibit dapat dipindah

tanam ke lahan. Bonggol yang digunakan sebagai bahan perbanyakan adalah bonggol dengan diameter minimal 15 cm. Bonggol dipotong dengan menyisakan batang semu setinggi 2 cm diukur dari batas leher akar tanaman. Bonggol lalu dibersihkan dari akar dan tanah dengan cara dicuci menggunakan air kemudian dibelah menjadi empat atau delapan bagian sama besar dengan arah vertikal. Setiap potongan terdapat setidaknya satu mata tunas (Rugayah dkk., 2012).

Jika dilihat dari segi kualitas tanaman, bibit pisang yang berasal dari anakan atau belahan bonggol berpotensi membawa inokulum patogen penyebab berbagai penyakit tanaman seperti cendawan *Fusarium oxysporum f. sp. cubense* atau bakteri penyebab layu *Ralstonia solanacearum*. Kelemahan lain dari perbanyakan tanaman pisang menggunakan bibit konvensional yaitu pertumbuhan tidak seragam, lebih sulit, dan membutuhkan waktu yang relatif lebih lama apabila ingin mendapatkan bibit yang sehat dalam jumlah yang besar (Yusnita, 2015)

2.3 Perbanyakan Tanaman Pisang secara Kultur Jaringan (*In Vitro*)

Teknik kultur jaringan tanaman tidak terlepas dari berbagai kemajuan teknologi yang mewarnai kemajuan di bidang pertanian. Kultur jaringan tanaman bukan hanya pengulturan jaringan tanaman, namun sebagai kegiatan pengulturan secara aseptik bagian dari suatu tanaman yang dapat berupa sel, jaringan, organ, embrio, biji, atau tanaman utuh di dalam tabung (*In vitro*) dengan media buatan yang mengandung nutrisi lengkap, sumber energi serta bahan lain yang diperlukan untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman misalnya ZPT. Kultur jaringan dilakukan dalam kondisi lingkungan fisik maupun kimia yang terkontrol (Yusnita, 2015). Kultur jaringan tanaman tidak hanya digunakan dengan tujuan perbanyakan tanaman, tetapi juga digunakan sebagai metode untuk memodifikasi tanaman, konservasi tanaman langka, perbanyakan varietas baru, serta metode menghasilkan tanaman transgenik. Keunggulan dari teknik kultur jaringan yaitu dapat menghasilkan tanaman yang bebas penyakit, sehingga dihasilkan tanaman yang berkualitas dan seragam dalam jumlah banyak tanpa bergantung pada kondisi iklim (Jain, 2016).

Teori yang mendasari teknik kultur jaringan adalah totipotensi dan plastisitas sel. Sel tanaman dapat tumbuh dan berkembang menjadi tanaman baru yang utuh jika berada pada kondisi yang sesuai. Selain itu, sel tanaman juga memiliki sifat yang plastis atau kelenturan morfogenetik. Kondisi ini merupakan suatu keadaan yang memungkinkan keberhasilan dari kegiatan kultur jaringan. Potongan jaringan tanaman dengan ukuran sangat kecil kemudian dikulturkan hingga tumbuh dan berkembang menjadi tanaman utuh (Hapsoro dan Yusnita, 2018).

Tahapan-tahapan perbanyakan tanaman pisang secara *in vitro* dikemukakan oleh Hapsoro dan Yusnita (2018), yaitu:

1. Tahap 0 merupakan tahap pemilihan, pemeliharaan, dan penyimpanan induk sebagai sumber eksplan. Tanaman induk merupakan tanaman yang memiliki jenis, spesies, dan kultivar yang jelas serta bebas dari hama dan penyakit. Eksplan yang sehat dan *vigorous* akan memungkinkan untuk menghasilkan kultur yang baik. Eksplan diambil dari bagian tanaman induk yang memiliki daya regenerasi yang tinggi seperti jaringan meristematik pada anakan tanaman pisang.
2. Tahap 1 merupakan tahap *culture establishment* (sterilisasi eksplan, penanaman eksplan dalam media kultur, dan inisiasi tunas). Hal ini bertujuan untuk mendapatkan kultur yang aseptik. Kondisi steril pada kultur dapat mempengaruhi kecepatan inisiasi tunas. Sterilisasi eksplan dilakukan menggunakan fungisida Dithane M-45, detergen, Bayclin, dan Tween-20 sebanyak 2 tetes/100 ml.
3. Tahap 2 merupakan tahap *multiplication* atau tahap perbanyakan propagul, tunas aksilar, atau embrio yang dilakukan dengan mengondisikan eksplan agar berada pada lingkungan hormonal. Pada tahap ini, eksplan disubkultur ke dalam media yang sesuai pada waktu dan umur yang tepat (\pm umur 3 minggu). Hal ini dilakukan untuk mengurangi potensi terjadinya *vitrifikasi* dan penyimpangan genetik. Proses multiplikasi dapat dilakukan 4-6 periode pengulturan
4. Tahap 3 yaitu tahap pemanjangan tunas dan *root formation* atau tahap pembentukan akar. Pada tahap ini, tiap tunas dipisahkan kemudian diisolasi

pada media pengakaran. Tahapan ini menjadi tahap terakhir sebelum propagul ditransfer ke lingkungan eksternal (aklimatisasi).

5. Tahap 4 merupakan tahap pemindahan propagul ke lingkungan eksternal atau aklimatisasi. Tahapan ini dimulai dengan mengeluarkan botol kultur yang berisi propagul dari lingkungan terkontrol (ruang kultur) ke ruangan yang mendapatkan cahaya matahari dengan intensitas yang berangsur meningkat dan kelembaban nisbi yang berangsur menurun.

Hal penting yang dapat mendukung tahapan-tahapan regenerasi sel menjadi tanaman utuh adalah pemeliharaan kultur. Keadaan lingkungan tumbuh kultur sangat mempengaruhi regenerasi tanaman pisang yang dilakukan secara *in vitro* (suhu, lama penyinaran, dan insitas cahaya). Suhu yang optimum digunakan adalah $24^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, lama penyinaran pada umumnya ± 12 jam di bawah lampu fluoresens (lampu TL) dengan intensitas cahaya disesuaikan dengan tahapan regenerasi tanaman. Intensitas cahaya yang optimum untuk inisiasi adalah 0-1.000 lux, untuk tahap multiplikasi sebesar 1.000-10.000 lux, tahap pengakaran sebesar 10.000-30.000 lux, dan tahap aklimatisasi sebesar 30.000 lux (Yusnita, 2003).

2.4 Pola Regenerasi Tanaman

Dalam teknik kultur jaringan, potongan jaringan atau organ tanaman (eksplan) dikehendaki untuk dapat tumbuh dan berkembang serta mengalami regenerasi menjadi tanaman baru yang utuh. Beberapa cara pola regenerasi eksplan untuk tumbuh dan berkembang yaitu percabangan tunas aksilar (*axillary branching*), kultur tunas tunggal dari buku (nodal culture), organogenesis dan embriogenesis somatik. Percabangan tunas aksilar dan kultur tunas tunggal memiliki kesamaan yaitu penggunaan tunas berbuku yang sebelumnya sudah memiliki mata tunas aksilar. Pengulturan pada pola regenerasi percabangan tunas aksilar bertujuan untuk merangsang pecah dan tumbuhnya mata tunas menjadi tunas majemuk ataupun tunas tunggal. Metode ini banyak digunakan untuk menghasilkan bibit *true-to-type* hal ini karena regenerasi tanaman berasal dari tunas yang sudah ada

pada eksplan (Hapsoro dan Yusnita, 2018). Tanaman pisang umumnya diperbanyak melalui pola regenerasi percabangan tunas aksilar dari bonggol.

Organogenesis merupakan proses pembentukan organ tanaman secara *de novo* dimana jaringan eksplan yang sebelumnya tidak bermeristem menghasilkan tunas-tunas adventif. Pembentukan tunas adventif pada organogenesis dapat terjadi secara langsung dari permukaan jaringan atau secara tidak langsung jika tunas adventif terbetuk setelah eksplan membentuk struktur kalus. Organ tanaman yang terbentuk berasal dari proses dediferensiasi yang diikuti oleh rangkaian proses seperti induksi dan diferensiasi yang menghasilkan terbentuknya promordial organ tanaman (Hapsoro dan Yusnita, 2018).

Dalam teknik kultur jaringan, embriogenesis somatik adalah proses pembentukan struktur yang sama dengan embrio tetapi berasal dari sel-sel somatik tanaman (embrio somatik). Pembentukan embrio somatik secara adventif dapat terjadi secara langsung dari permukaan eksplan atau didahului dengan struktur kalus. Fase-fase yang dilalui sel untuk menjadi embrio yaitu *globular stage* (fase bentuk bundar), *heart stage* (fase bentuk hati), dan *torpedo stage* (bentuk menyerupai torpedo). Bagian meristem batang dan ujung akar akan teridentifikasi setelah sel memasuki fase torpedo (Dwiyani, 2015)

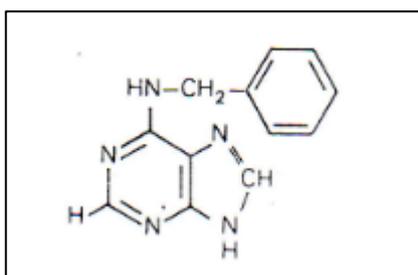
2.5 Zat Pengatur Tumbuh (ZPT)

Zat pengatur tumbuh (ZPT) merupakan istilah yang banyak digunakan untuk senyawa bukan hara yang apabila aplikasikan dalam konsentrasi rendah dapat mengatur pertumbuhan dan perkembangan tanaman. ZPT meliputi senyawa organik alami maupun senyawa sintetik yang berperan sebagai pengatur pertumbuhan tanaman dalam konsentrasi yang rendah (mg/l atau mM). Dalam kultur jaringan tanaman pisang, terdapat dua jenis ZPT yang sering digunakan untuk merangsang perbanyakan tunas aksilar serta menginduksi tunas adventif yaitu sitokinin atau kombinasi sitokinin dan auksin. Sedangkan untuk menginduksi kalus, akar, dan embrio ZPT yang digunakan adalah auksin.

Konsentrasi dan jenis sitokinin yang tepat dan sesuai untuk menstimulir perbanyakan tunas aksilar secara *in vitro* pada tanaman pisang merupakan salah satu faktor yang sangat penting dan banyak diteliti. Aktivitas ZPT dalam mempengaruhi pertumbuhan tanaman tergantung pada jenis, struktur kimia, konsentrasi, genotipe, serta fase fisiologi tanaman. Benziladenin (BA) dan thidiazuron (TDZ) baik secara tunggal maupun diberikan secara kombinasi dari keduanya merupakan jenis sitokinin yang sering digunakan sebagai pemacu pertumbuhan tunas aksilar pada berbagai jenis tanaman pisang (Yusnita, 2015).

2.6 Benziladenin (BA)

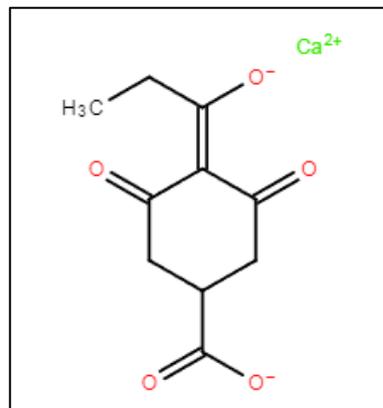
Zat pengatur tumbuh (ZPT) merupakan salah satu faktor kritis dalam perbanyakan tanaman secara *in vitro* khususnya untuk multiplasi tunas samping (*axillary branching*). Sitokinin merupakan ZPT yang sangat berperan dalam proses pembelahan sel tanaman, pembentukan organ serta pembentukan mata tunas. Benzyladenin (BA) merupakan jenis sitokinin yang paling banyak digunakan untuk memacu perbanyakan tunas karena memiliki aktivitas yang lebih kuat dibanding dengan kinetin. Kebanyakan jenis tanaman umumnya memiliki respon yang lebih baik terhadap BA dibandingkan dengan kinetin ataupun 2-iP sehingga BA lebih efektif untuk perbanyakan tunas secara *in vitro* (Gambar 1).



Gambar 1. Struktur kimia benziladenin

2.7 Thidiazuron (TDZ)

Thidiazuron (TDZ) merupakan ZPT jenis sitokinin sintetik yang memiliki kemampuan untuk merangsang pembentukan tunas adventif dan poliferasi tunas aksilar dalam konsentrasi yang rendah tetapi akan menghasilkan tunas yang kerdil dengan kualitas rendah pada konsentrasi tinggi (Restanto dkk., 2018). Sitokinin umumnya diaplikasikan hanya dalam konsentrasi yang rendah, karena dalam konsentrasi yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya abnormalitas morfologi pada tanaman di dalam kultur. TDZ dapat menginisiasi pembentukan tunas dengan merangsang pembelahan dan perbanyakan sel pada jaringan meristem apikal kemudian mengembangkan sel untuk inisiasi tunas. Penggunaan $\geq 2,5 \mu\text{M}$ TDZ dapat meningkatkan pertumbuhan tunas aksilar pada meristem pucuk eksplan, sedangkan pada konsentrasi $0,5\text{-}10 \mu\text{M}$ TDZ mampu mendorong terbentuknya embrio somatik pada eksplan (Ahmad and Faisal, 2018) (Gambar 2).



Gambar 2. Struktur kimia thidiazuron

III BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Tanaman Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada November 2023 sampai Maret 2024.

3.2 Bahan Tanaman

Bahan tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah pisang kultivar Mas Kirana yang didapatkan dari Desa Sumbermulya, Kecamatan Sumberrejo, Kabupaten Tanggamus. Tanaman pisang yang digunakan berupa anakan pedang (*sword sucker*) yang berasal dari bonggol (Gambar 3). Bahan tanam didapatkan dengan melakukan penggalian tanah di sekitar tanaman, kemudian anakan dipisahkan dari rumpun induk. Bonggol yang digunakan memiliki tinggi batang semu 80 – 100 cm.



Gambar 3. Anakan pedang pisang Mas Kirana

3.3 Persiapan Eksplan

Eksplan yang digunakan yaitu dari ujung tunas yang terdapat di antara batang semu dan bonggol tanaman pisang. Anakan dari tanaman dipisahkan dari rumpun induk kemudian ditanam di dalam polibag. Beberapa lapisan dari batang semu dikelupas dengan pisau sampai tersisa permukaan batang semu yang berwarna putih (± 4 lapisan) (Gambar 4a). Bagian bonggol dipotong dengan diameter 3-5 cm dan panjang 5-7 cm dan eksplan dicuci menggunakan air mengalir dan direndam dalam larutan fungisida Mankozeb 80% 2 g/l selama ± 30 menit. Eksplan dibawa ke dalam laboratorium dan dilakukan sterilisasi permukaan di ruang transfer (Gambar 4b).



Gambar 4. a) Pemotongan eksplan; b) Eksplan batang semu 6 cm dan bonggol 5 cm

3.4 Sterilisasi dan Penanaman Eksplan

Permukaan eksplan disterilisasi di dalam ruang persiapan dan sterilisasi dilakukan di ruang transfer. Diameter eksplan disesuaikan dengan ukuran mulut botol *Schott* (3 cm) dan panjang 5-7 cm, kemudian eksplan direndam dalam larutan *detergent* selama 10-25 menit. Kemudian eksplan dibilas di bawah air mengalir agar kotoran dan fungisida tidak menempel pada permukaan eksplan. Eksplan yang sudah dibilas dimasukkan ke dalam gelas piala untuk dilakukan sterilisasi permukaan di dalam ruang transfer. Sterilisasi permukaan dilakukan di ruang transfer secara aseptik dalam *Laminar Air Flow Cabinet* (LAFC). Sterilisasi dilakukan dengan 3 tahap, yaitu tahap pertama penyemprotan permukaan eksplan

dengan alkohol 70%, kedua menggunakan larutan pemutih komersial (5,25% NaOCl) 50% selama 30 menit, ketiga menggunakan larutan pemutih komersial 20% selama 20 menit.

Tahap pertama yaitu penyemprotan permukaan eksplan menggunakan alkohol 70%. Eksplan diambil dari gelas piala menggunakan pinset dan disemprot alkohol sampai membasahi seluruh permukaan eksplan, kemudian eksplan dimasukkan ke dalam botol Schott atau labu Erlenmeyer. Setelah eksplan disemprot alkohol, eksplan dibilas dan dikocok sebanyak 3 kali menggunakan air steril.

Tahap kedua dilakukan menggunakan pemutih komersial (5,25% NaOCl) Bayclin 50% dengan cara melarutkan 50 ml pemutih komersial dengan 50 ml air steril. Larutan tersebut dimasukkan ke dalam botol Schott atau erlenmeyer yang berisi eksplan lalu ditambahkan detergen cair (Tween-20) sebanyak 2 tetes/100 ml, selanjutnya dikocok dengan menggunakan *shaker* selama 30 menit pada 190 rpm. Setelah dilakukan shaking, eksplan dibilas dengan air steril sebanyak 3 kali di dalam LAFC sampai tidak ada busa yang menempel pada permukaan eksplan. Eksplan dikecilkan kembali sampai panjang bonggol 2 cm dan batang semu 2 cm dan direndam di dalam larutan asam askorbat 150 mg/l menggunakan botol kultur steril dan ditutup dengan plastik selama 10 menit.

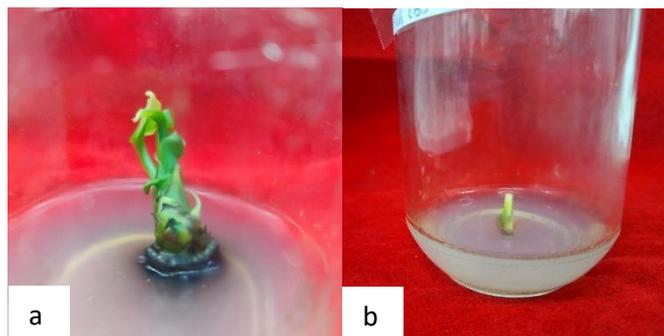
Selanjutnya sterilisasi tahap ketiga yaitu pemutih komersial (5,25% NaOCl) 20% dilakukan dengan melarutkan 20 ml cairan pemutih komersial dengan 70 ml air steril. Larutan pemutih komersial 20% dimasukan ke dalam botol kultur steril yang berisi eksplan berukuran 2x2 cm dan botol ditutup dengan plastik dan diikat dengan karet. Eksplan dikocok menggunakan tangan selama 20 menit di dalam LAFC lalu dibilas menggunakan air steril sebanyak 3 kali. Eksplan dibersihkan dan dikecilkan kembali sampai dengan ukuran bonggol 2 cm menggunakan alat diseksi kemudian ditanam pada media prakondisi dan diinkubasi selama 4 minggu (Gambar 5).



Gambar 5. Penanaman eksplan

3.5 Transfer Eksplan dan Subkultur

Subkultur eksplan ke media perlakuan dilakukan pada 4 minggu setelah tanam (MST). Eksplan yang akan dipindahkan dipastikan steril dan diseleksi berdasarkan homogenitasnya (Gambar 6a). Eksplan dari dalam media prakondisi dibersihkan bagian-bagian yang menghitam dan dibelah menjadi dua bagian dengan ukuran yang sama (Gambar 6b). Masing-masing eksplan ditanam pada dua media perlakuan yang sama dan diinkubasi di dalam ruang kultur yang sama. Eksplan disubkultur pada media yang sama pada 6 dan 12 minggu setelah perlakuan (MSP).



Gambar 6. a) Eksplan yang berumur 4 MST; b) Eksplan yang telah di subkultur

3.6 Sterilisasi Botol dan Alat

Sterilisasi botol dilakukan sebanyak 2 tahap dengan autoklaf. Tahap pertama, botol kultur disterilisasi dengan autoklaf (Buddenberg TB 10793) selama 30 menit pada suhu 121°C dan tekanan 1,5 kg/cm². Setelah proses sterilisasi selesai, autoklaf dimatikan dan dibiarkan sampai suhu dan tekanan menurun. Botol dikeluarkan dan sisa media tanam dibuang dan bagian dalam botol dicuci menggunakan air yang telah dicampur dengan detergen. Pencucian pertama ini bertujuan untuk menghilangkan sisa media tanam dari dalam botol. Setelah bersih dari sisa media tanam, botol direndam di dalam air yang telah dicampur detergen dan pemutih komersial (5,25% NaOCl) selama 12 jam. Botol yang telah direndam dicuci kembali hingga sisa label pada bagian luar botol serta seluruh bagian botol bersih kemudian dibilas di bawah air mengalir. Setelah bersih, botol direndam di dalam air panas selama 15 menit, ditiriskan, dan ditutup dengan plastik tahan panas. Pada tahap kedua, botol disterilisasi dengan autoklaf (Tommy ES3315) selama 30 menit pada suhu 121°C dan tekanan 1,5 kg/cm².

Peralatan seperti alat diseksi (pinset dan *scalpel*), keramik, botol Schott, labu erlenmeyer 1000 ml, kapas, dan gelas ukur disterilisasi. Alat-alat diseksi dan keramik dibungkus dengan kertas dan dimasukkan ke dalam plastik yang tahan panas. Botol Schott di isi air sampai 3/4 volume botol dan ditutup tidak terlalu rapat. Labu Erlenmeyer dan gelas ukur ditutup dengan pasltik tahan panas dan disterilisasi. Kapas dimasukkan ke botol, ditutup dengan plastik tahan panas, dan disterilisasi. Peralatan disterilisasi dengan autoklaf (Tommy ES3315) selama 30 menit pada suhu 121°C dan tekanan 1,5 kg/cm².

3.7 Media Kultur

Media kultur dalam penelitian ini terdiri dari media prakondisi dan media perlakuan. Media prakondisi terdiri dari garam-garam MS (Murashige dan Skoog, 1962), 0,1 mg/l tiamin-HCL, 0,5 mg/l asam nikotinat, 0,5 mg/l piridoksin-HCL, 2,0 mg/l glisin, 100 mg/l mio-inositol, 150 mg/l asam sitrat, 200 mg/l asam

askorbat, 30 g/l sukrosa, dan 2,5 mg/l benziladenin (BA). Pematat media adalah 8 g/l agar-agar.

Media perlakuan dalam penelitian ini terdiri dari garam-garam MS (Murashige dan Skoog, 1962), 0,1 mg/l tiamin-HCL, 0,5 mg/l asam nikotinat, 0,5 mg/l piridoksin-HCL, 2,0 mg/l glisin, 100 mg/l mio-inositol, 150 mg/l asam sitrat, 200 mg/l asam askorbat, 30 g/l sukrosa, dan konsentrasi ZPT tergantung perlakuan. Pematat media adalah 8 g/l agar-agar.

Pembuatan ketiga media tersebut dilakukan setelah peralatan yang akan digunakan disiapkan. Peralatan seperti botol kultur, gelas ukur ukuran 10 ml, 100 ml, 1000 ml dan 2000 ml, gelas beaker ukuran 2000 ml, dan 1000 ml, pipet tetes, magnetic stirrer, pinset, spatula, dan panci sudah dalam keadaan bersih. Semua peralatan harus dibilas menggunakan aquades terlebih dahulu sebelum digunakan.

Pembuatan media dimulai dengan melarutkan bahan-bahan kima sesuai formulasi sampai homogen. Larutan diaduk hingga homogen dengan *magnetic stirrer* dan ditera dengan gelas ukur kemudian ditambahkan aquades sampai volume media yang dibutuhkan. Setelah itu, larutan dihomogenkan kembali bersamaan dengan pengukuran pH dengan menggunakan pH meter. Penetapan pH media kultur diatur hingga senilai 5,8. Apabila nilai pH kurang dari 5,8 ditambahkan beberapa tetes KOH 1 N, sedangkan jika pH lebih dari angka 5,8 maka pH larutan media diturunkan dengan cara menambahkan beberapa tetes HCL 1 N. Setelah dilakukan pengukuran pH, larutan media dimasukkan ke dalam panci, ditambahkan 8 g/l agar-agar dan dimasak sampai mendidih. Selama proses pemasakan, pengadukan dilakukan secara terus-menerus sehingga agar-agar tidak mengendap dan tercampur rata. Media yang telah mendidih dituangkan sebanyak 25-30 ml ke dalam botol kultur 250 ml. Botol ditutup dengan plastik tahan panas dan diikat dengan karet. Pemberian label komposisi media pada botol kultur dapat diberikan sebelum atau sesudah larutan media dimasukkan ke dalam botol.

Media disterilisasi dengan autoklaf (Tommy ES3315) selama 10 menit pada suhu 121°C dan tekanan 1,5 kg/cm².

3.8 Kondisi Ruang Kultur (Inkubasi)

Eksplan-eksplan yang bersih diinkubasi di dalam ruang kultur yang berisi rak-rak yang berfungsi untuk meletakkan botol-botol kultur. Kebutuhan cahaya untuk pertumbuhan eksplan di ruang kultur dipenuhi oleh pencahayaan lampu fluoresens (lampu TL) yang dipasang pada langit-langit rak yang berjarak sekitar 20 cm di atas botol kultur dengan kekuatan penerangan 1000-2000 lux selama 24 jam. Selain itu, ruang kultur juga dilengkapi dengan AC (*air conditioner*) yang digunakan untuk menjaga kondisi suhu ruangan tetap pada 24±2°C.

3.9 Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Penelitian ini digunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 ulangan yang terdiri dari 7 perlakuan sehingga didapatkan 21 satuan percobaan. Tiap satuan percobaan berisi 4 eksplan, 1 eksplan per botol media sehingga didapatkan 84 eksplan.

Rincian faktor-faktor tersebut adalah sebagai berikut:

P0 = MS (Kontrol)

P1 = MS + 3 mg/l BA

P2 = MS + 6 mg/l BA

P3 = MS + 9 mg/l BA

P4 = MS + 3 mg/l BA + 0,5 mg/l TDZ

P5 = MS + 6 mg/l BA + 0,5 mg/l TDZ

P6 = MS + 9 mg/l BA + 0,5 mg/l TDZ

Keseragaman diuji menggunakan uji bartlett, selanjutnya aditifitas data diuji dengan uji Tukey. Apabila asumsi terpenuhi, maka selanjutnya akan dilakukan analisis ragam. Pengujian lanjutan akan dilakukan menggunakan uji BNT (beda nyata terkecil) pada taraf α 5%

3.10 Pengamatan

Variabel pengamatan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengamatan jumlah mata tunas yang dilakukan dengan menghitung jumlah mata tunas yang muncul pada tiap eksplan dengan ukuran $\leq 0,5$ cm
2. Pengamatan jumlah tunas yang dilakukan dengan menghitung jumlah tunas yang muncul pada setiap eksplan dengan ukuran $> 0,5$ cm
3. Pengukuran tinggi tunas dilakukan dengan menggunakan penggaris
4. Pengamatan jumlah propagul

V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan percobaan yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Aplikasi 3-9 mg/l benziladenin (BA) dan kombinasinya dengan 0,5 mg/l thidiazuron (TDZ) pada kultur in vitro pisang Mas Kirana menyebabkan peningkatan jumlah tunas, dengan jumlah tunas terbanyak (6,39 tunas) diperoleh pada konsentrasi 3 mg/l BA+0,5 mg/l TDZ.
2. Kombinasi 0,5 mg/l TDZ dengan 3 mg/l BA menghasilkan jumlah tunas yang lebih banyak dibandingkan pada perlakuan BA tunggal. Akan tetapi, kombinasi 0,5 mg/l TDZ dengan 6-9 mg/l mg/l BA menghasilkan jumlah tunas yang lebih rendah atau tetap dibandingkan pada BA saja.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, peneliti menyarankan agar dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan taraf konsentrasi optimum BA dan TDZ untuk multiplikasi tunas pisang Mas Kirana.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, N. and Faisal, M. 2018. *Thidiazuron: From urea derivative to plant growth regulator*. Springer. Singapore
- Apriani, R., Mulyaningsih, T., Kurnianingsih, R. dan Fitrahtunnisa, F. 2016. Penggunaan BA pada mikropropagasi pisang (*Musa paradisiaca* L.) Kultivar Kusto. *Jurnal Biologi Tropis* 16(2): 137-142.
- Aurelia, R., Kurniati, D. dan Hutajulu, J. P. 2022. Daya saing ekspor pisang Indonesia di negara tujuan ekspor periode 2000-2019. *Jurnal Agribisnis Indonesia (Journal of Indonesian Agribusiness)* 10(2): 335-349.
- Ikhsandi, A. 2017. Pembentukan scalp dan tunas pada kultur in vitro tanaman pisang Ambon Kuning sebagai respons terhadap berbagai konsentrasi thidiazuron. (*Skripsi*). Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Baskara, D. R., Wijayani, A., dan Srilestari, R. 2018. Kombinasi zat penghambat pencoklatan dan sukrosa terhadap pertumbuhan plantlet pisang Mas Kirana (*Musa acuminata* C.) secara in vitro. *Jurnal Agrivet* 24(1): 1-9.
- Bangsawan, R. 2016. Pengaruh konsentrasi thidiazuron terhadap proliferasi tunas pisang Ambon Kuning in vitro. (*Skripsi*). Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Bella D. R. S., Suminar, E., Nuraini, A., dan Ismail, A. 2016. Pengujian efektivitas berbagai jenis dan konsentrasi sitokinin terhadap multiplikasi tunas mikro pisang (*Musa paradisiaca* L.) Secara In Vitro. *Jurnal Kultivasi* 15(2): 74-80
- BPS. 2022. Produksi Tanaman Buah-buahan 2022. Dapat diakses pada Badan Pusat Statistik (bps.go.id). Diakses pada 23 September, 2023.
- Dwiyani, R. 2015. *Kultur jaringan tanaman*. Pelawa Sari. Bali.
- Hapsari, L. dan Masrum, A. 2011. Keragaman dan karakteristik pisang (*Musa Acuminata*) kultivar grup diploid AA koleksi Kebun Raya Purwodadi. *Seminar Nasional HUT Kebun Raya Cibodas* (pp. 225-229).

- Hapsari, R. I. dan Astutik, A. 2009. Uji konsentrasi IAA (*indole acetic acid*) dan BA (*benzyladenine*) pada multiplikasi pisang varietas barangan secara *in vitro*. *Buana Sains* 9(1): 11-16.
- Hapsoro, D. dan Yusnita. 2016. *Kultur Jaringan untuk Perbanyak Klonal Kelapa Sawit (Elaeis guineensis jacq)*. Anugrah Utama Raharja. Bandar Lampung
- Hapsoro, D. dan Yusnita. 2018. *Kultur jaringan teori dan praktik*. CV. ANDI OFFSET. Yogyakarta.
- Hapsoro D., Saputra D., dan Yusnita. 2017. Pengaruh konsentrasi benziladenin dan sukrosa terhadap multiplikasi tunas pisang Rajabulu (AAB) *In Vitro*. Prosiding Seminar Nasional BKS PTN Wilayah Barat Bidang Pertanian. 59-64.
- Hutabarat, S., Sirait, B. A. dan Manurung, A. I. 2022. Pengaruh ZA dan growtone terhadap klorofil daun serta penambahan pertumbuhan pisang Mas Kirana (*Musa Acuminata L.*) di screen house. *Jurnal Penelitian Bidang Ilmu Pertanian* 20(3): 51-61.
- Imelda, M., Wulansari, A. dan Sari, L. 2018. Perbanyak in vitro pisang Kepok var. Unti Sayang tahan penyakit darah melalui proliferasi tunas. *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia (JBBi)* 5(1): 36-43.
- Irjayanti, A. D., Wibowo, A. S., Stiyaningsih, H., Putri, I., Gitaningtyas, O. P., Areka, S.K., Suprpti, W., dan Nurfalah, Z. 2023. *Statistik Hortikultura 2022*. BPS RI. Jakarta.
- Issalillah, F. dan Wisnujati, R. N. S. 2021. Manfaat pisang sebagai buah pencegah preklamsia (kontribusi pengembangan hortikultura di Kecamatan Dampit Kabupaten Malang). *Jurnal Ilmu Pendidikan, Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (NALA)* 1(1): 23-38.
- Jain. 2016. *Plant tissue culture lab practices made easy (for beginners)*. Maharaja Ranjit International E Publication. Indore.
- Jannah, N. R., Hidayat, M., dan Hendri, Y. 2021. Pengaruh kombinasi BAP (*Benzylamino purin*) dan TDZ (*Thidiazuron*) terhadap pertumbuhan tanaman pisang Cavendish (*Musa acuminata cavendish*) melalui kultur *in vitro*. *KENANGA: Journal of Biological Sciences and Applied Biology* 1(2): 28-34.
- Kaleka, N. 2013. *Pisang-pisang Komersial*. Arcita. Solo.

- Kasutjaningati, K. 2011. Pengaruh media induksi terhadap multiplikasi tunas dan pertumbuhan planlet pisang Rajabulu (AAB) dan pisang Tanduk (AAB) pada Berbagai Media Multiplikasi. *Indonesian Journal of Agronomy* 39(3): 7756.
- Kalsum, U., Subandi, Y., dan Wiratma, H. D. 2023. Petani Tanggamus mitra PT. Great Giant Pineapple mengeksport pisang Mas ke Singapura tahun 2021. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin* 1 (2): 152-164.
- Maulida, D., Erfa, L., dan Sesanti, R. N. 2018. Multiplikasi mata tunas pisang Cavendish *in vitro* pada berbagai konsentrasi benziladenin. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan* 18(1): 18-23.
- Murashige, T., and Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and biossays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum* 14: 437-497.
- Ngomuo, M., Mneney, E., and Ndakidemi, P. 2013. The effect of auxins and cytokinin on growth and development of (*Musa sp.*) var. "Yangambi" explanted in tissue culture. *American J. Plant Sciences* 4: 2174-2180.
- Oktavianus, R., Nopsagiarti, T., dan Andriani, D. 2021. Pengaruh ZPT (BAP, TDZ, 2 IP) terhadap pertumbuhan globular pisang Barangan (*Musa acuminata* L) pada media MS. *Jurnal Green Swarnadwipa* 10(2): 252-259.
- Pratama, F. F., Setiari, N., dan Nurchayati, Y. 2021. Pertumbuhan planlet anggrek *Cymbidium bicolor Lindl.* pada tahap subkultur dengan variasi media. *Jurnal Biologi Udayana* 25(1): 71-77.
- Pandia, W., dan Sitepu, I. 2024. Pengaruh konsentrasi IAA dan BAP dalam multiplikasi tunas pisang Tanduk (*Musa X Paradisiaca*). *Jurnal Agroteknosains* 8(1):37-47
- Restanto, D.P., Kriswanto, B., Khozim, M.N. dan Soeparjono, S. 2018. Kajian Thidiazuron (TDZ) dalam induksi PLB anggrek *Phalaenopsis sp* secara *in vitro*. *Agrotrop* 16(1): 176-185.
- Royani, I. dan Adawiyah, S. R. 2017. Pengaruh penambahan gandrasiil dan BA pada media MS terhadap pembentukan planlet pisang Lumut. *Prosiding Seminar Nasional Pendidik dan Pengembang Pendidikan Indonesia* (pp. 237-241).
- Roostika, I., Sutanto, A., dan Dewi, N. 2019. Kultur embrio pisang liar *Musa Acuminata Ssp. Sumatrana* yang langka (*Embryo Culture of Endangered Wild Banana Musa Acuminata Ssp. Sumatrana*). *Jurnal Hortikultura* 28(1): 25-32.

- Rugayah, R., Hapsoro, D., Ulumudin, A., dan Motiq, F. W. 2020. Kajian teknik perbanyakan vegetatif pisang Ambon Kuning dengan pembelahan bonggol (*corm*). *Jurnal Agrotropika* 17(2): 58-65.
- Sari, D. I., Suwirnen, S., dan Nasir, N. 2015. Pengaruh konsentrasi thidiazuron (TDZ) dan arang aktif pada sub kultur tunas pisang Kepok Hijau (*Musa paradisiaca* L.). *Natural Science: Journal of Science and Technology* 4(3): 280-289.
- Shankar, C.S., Balaji. P., and Sekar, D. S. 2014. Mass propagation of banana (*musa* sp.) Cv. Graind Naine Through Direct Organogenesis by Benzyl adenine purin and Kinetin. *Journal of Academia and Industrial Research* 3(2): 92-97.
- Sirappa, M. P. 2021. Potensi pengembangan tanaman pisang: Tinjauan syarat tumbuh dan teknik budidaya pisang dengan metode bit. *Agro SainT* 12(2): 54-65.
- Statista. 2023. Leading producers of bananas worldwide in 2021, *by country (in thousand metric tons)*. Dapat diakses pada Global leading producers of bananas 2021 | Statista. Diakses pada 23 September, 2023.
- Yusnita. 2003. *Kultur Jaringan: Cara memperbanyak tanaman secara efisien*. Agromedia. Jakarta.
- Yusnita. 2015. *Kultur jaringan tanaman pisang*. Anugrah Utama Raharja (AURA). Bandar Lampung.